

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 053**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/28** (2006.01)

**F01D 5/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2010 E 10782578 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014 EP 2501901**

54 Título: **Pala de turbina o de compresor**

30 Prioridad:

**17.11.2009 EP 09014381**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**26.02.2015**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BENKLER, FRANCOIS;  
LINK, MARCO;  
MATTHIAS, TORSTEN;  
MITTELBACH, MARC;  
MORTHORST, MARION;  
ROLLMANN, MICHAEL;  
SAATHOFF, HORST y  
WIGGER, HUBERTUS MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 530 053 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Pala de turbina o de compresor

La invención se refiere a una pala de turbina o de compresor.

5 Una pala de un turbo propulsor comprende normalmente, por una parte, una hoja de pala curvada aerodinámicamente así como, por otra parte, una pata de pala, que sirve para el anclaje de la pala en una ranura correspondiente de un rotor. El rotor equipado con palas se designa a continuación como rotor.

10 Como material comparativamente nuevo para la fabricación de palas se contempla actualmente también plástico reforzado con fibras de carbono (CFK). La fabricación a partir de CFK condiciona, por ejemplo, de manera más ventajosa un peso más reducido de la pala. Sin embargo, de manera desfavorable el CFK es comparativamente poco estable frente a la carga a presión. Tales solicitaciones a presión aparecen en una pala, por ejemplo, en la zona de la pata de la pala dentro de la ranura a través de la actuación de una fuerza centrífuga condicionada por rotación.

15 A tal fin se conoce, por ejemplo, a partir del documento US 4.037.990 una pala de rotor fabricada a partir de un material compuesto de fibras. La pala del rotor se compone de una pluralidad de capas del tipo de fibras, que forman en su extremo del lado de la pata un lazo común. En este caso, están previstos dos de estos lazos para la formación de la pata de la pala. Para la fabricación de la pala del rotor en un disco de rotor está previsto un bulón rasurado en dirección longitudinal, cuyos elementos de bulón se extienden a través del lazo respectivo. La cabeza del bulón y una tuerca de tornillo acoplable sobre el extremo del bulón tensan la pala fijamente en una ranura axial del rotor. En el funcionamiento del turbo propulsor se presionan, en virtud de la acción de fuerza centrífuga, las capas del tipo de fibras en los flancos de soporte de la ranura de retención. En virtud de las tensiones de presión que aparecen en este caso en las capas, sin embargo, la pala del rotor solamente se puede retener en una medida limitada. Además, se conoce a partir del documento US 2.929.755 una pala de rotor para turbinas de gas, que presenta en el lado de la pata un núcleo rígido de forma cilíndrica, alrededor del cual se colocan en forma de lazos una pluralidad de capas tejidas fabricadas a partir de hilos. A partir de las capas se forma también la hoja de la pala. Para la fijación de las palas de rodadura en una ranura de retención están previstas unas placas metálicas en el núcleo, que se apoyan en los flancos de la ranura de retención. Entre las dos capas metálicas está previsto un material de relleno de plástico, para rellenar el espacio libre entre la capa más exterior y el contorno de la ranura de retención.

20 La invención tiene el cometido de indicar una pala fabricada, al menos parcialmente, de plástico reforzado con fibra, en particular CFK, para una turbina o un compresor, que es especialmente resistente, es decir, de larga vida útil. Además, un cometido de la invención es indicar un rotor especialmente resistente en condiciones de funcionamiento con palas fabricadas esencialmente de plástico reforzado con fibras.

25 Con respecto a la pala, este cometido se soluciona de acuerdo con la invención por medio de las características de la reivindicación 1. De acuerdo con ello, la pala comprende, además de una hoja de pala curvada aerodinámicamente, una pata de pala con un soporte alargado, es decir, en forma de pasador, que está fabricado en una configuración preferida de metal. Además, la pata de la pala comprende, además, dos soportes de fijación, estando conectados éstos soportes de fijación con preferencia en forma de palas en el soporte fijados en posición – al menos en su dirección radial-. Cada soporte de fijación está configurado para el anclaje de la pala en una ranura correspondiente en forma de martillo o en forma de abeto de un rotor y se puede apoyar en sus paredes laterales.

30 La hoja de la pala está fabricada esencialmente de tiras extendidas estratificadas superpuestas de plástico reforzado con fibras, en particular CFK, que está guiado alrededor del soporte (esencialmente entre los soportes de fijación). En este caso, las dos tiras que sobresalen en cada caso más allá del soporte están unidas entre sí en la superficie para la formación de una superficie de lazo. La parte de la hoja de la pala, que está guiada alrededor del soporte, forma un lazo de retención para la suspensión de la hoja de la pala en el soporte. En lo que se refiere a la técnica de fabricación, en este caso está previsto con preferencia fabricar en primer lugar la textura para la formación de la hoja de la pala (es decir, la superficie de la pala y el lazo de retención), y extender la hoja de la pala fabricada de esta manera a continuación sobre el soporte. De manera alternativa a ello, evidentemente la textura se puede colocar también alrededor del soporte para la formación y configuración de la hoja de la pala que se conecta en ella.

35 En determinadas situaciones de montaje de la pala, ésta encaja con su pata de la pala, es decir, con el lazo de retención de la hoja de la pala junto con el soporte dispuesto en ella en la ranura del rotor, mientras que su hoja de la pala se proyecta esencialmente radial – con relación al rotor – desde la ranura.

40 Puesto que la hoja de la pala del lazo de retención está suspendida en el soporte, las fuerzas centrífugas condicionadas por la rotación, que actúan sobre la pala, son absorbidas esencialmente sobre el soporte. No tiene lugar una transmisión directa de la fuerza entre la hoja de la pala y la ranura del rotor, o solamente en una extensión comparativamente reducida. Por lo tanto, la hoja de la pala o bien su textura está en su mayor parte bajo tensión de tracción.

Puesto que el plástico reforzado con fibras es un múltiplo más resistente frente a cargas de tracción que frente a cargas de presión o de cizallamiento, la pala y especialmente su zona de fijación en forma de la pata de la pala son, por lo tanto, especialmente resistentes y de larga vida útil frente a las condiciones de funcionamiento.

5 De manera más ventajosa, la utilización de plástico reforzado con fibras, en particular CFK, para la fabricación de la hoja de la pala abre, en general, la posibilidad de construir una hoja de la pala especialmente favorable desde el punto de vista aerodinámico. Esto contribuye, por lo tanto, a un empleo reducido de energía, que va acompañado de nuevo de manera más ventajosa con un desarrollo reducido de CO<sub>2</sub>. En virtud del peso más reducido del plástico reforzado con fibras, las hojas de las palas de este tipo pueden ser también mayores que las hojas de las palas metálicas, con una pata de la pala del mismo tamaño. Esto posibilita también una elevación de la corriente de masas.

10 Los soportes de fijación individuales de la pata de la pala están conectados entre sí para la estabilización de los mismos a través de al menos una parte de los flancos, de manera que ésta está alineada esencialmente paralela al soporte.

15 Con preferencia, en este caso están previstas dos partes de los flancos, que están colocadas, respectivamente, en los dos bordes laterales de cada uno de los soportes de fijación, con los que se proyecta el soporte de fijación respectivo más allá de la hoja de la pala. De manera correspondiente, las dos partes de los flancos están con preferencia diametralmente opuestas con respecto al soporte. En particular, la aplicación de las partes de los flancos se realiza en este caso de nuevo de tal manera que éstas no contactan con la tira de textura, al menos en la zona, en la que los soportes de fijación se proyectan más allá de la hoja de la pala. De esta manera, se evitan con seguridad las tensiones de presión no deseadas en las tiras de textura. En el caso de soportes de fijación de forma trapezoidal, las partes de los flancos están fijadas con preferencia en los dos brazos del trapecio, de manera que el flujo de fuerza se realiza totalmente sobre las partes de los flancos. Esto reduce la carga extrema de la ranura de retención enormemente y de esta manera homogeneiza la carga en el disco del rotor en virtud de las superficie de apoyo esencialmente incrementadas. Por consiguiente, se reducen las mordazas dispuestas entre dos ranuras de retención vecinas, con lo que es posible una disposición compacta economizadora de espacio de las ranuras de retención en el rotor.

20 En una forma de realización especialmente preferida de la invención, cada uno de los soportes de fijación se proyecta en la zona del soporte al menos esencialmente de forma rectangular con relación a la extensión longitudinal de la hoja de la pala a ambos lados más allá de ésta. Con otras palabras, en tales configuraciones los soportes de fijación se proyectan en la zona de la suspensión de la hoja de la pala a ambos lados más allá de la tira de textura, de manera que la textura no entra en contacto, al menos en esa zona, con los flancos laterales correspondientes de la ranura (los flancos de la ranura). Por consiguiente, bajo la fuerza centrífuga la pala solamente se apoya principalmente sobre los soportes de fijación en los flancos de la ranura y no sobre la textura, de manera que solamente los soportes de fijación experimentan tensiones de presión. Esto evita tensiones de presión en las zonas de la textura del lado de la pata, que pueden aparecer en virtud de la acción de la fuerza centrífuga, si la textura del lado de la pata entrase en contacto con los flancos de la ranura.

25 De manera más conveniente, cada uno de los soportes de fijación se proyecta también sobre el lado de la pala radial que está colocado convenientemente radialmente en el interior (alejado de la superficie de la pala) más allá de la hoja de la pala, de manera que la tira de textura está suspendida libre de contacto también en el fondo de la ranura del rotor.

30 En otra forma de realización de la invención, la pata de la pala comprende dos soportes de fijación dispuestos especialmente en el lado extremo del soporte, así como al menos un tercer soporte de fijación, de manera que éste está fijado en posición en el soporte en la dirección longitudinal del soporte a distancia de cada uno de los dos soportes de fijación colocados en el lado extremo. Con preferencia, estos soportes de fijación previstos adicionalmente están distribuidos de una manera uniforme sobre la longitud del soporte. En esta forma de realización, la hoja de la pala está fabricada de manera más conveniente de varias tiras de textura, que están suspendidas. Respectivamente, entre dos soportes de fijación en el soporte y de esta manera fijan en posición los soportes de fijación centrales en la dirección longitudinal del soporte. En principio, las dos posiciones de fijación de los soportes de fijación en el soporte alargado se seleccionan en función del centro de gravedad de las palas, de manera que también puede ser conveniente una posición fijación no extrema de los soportes de fijación, pero dispuesta, sin embargo, en la zona de los extremos de soporte.

35 Con preferencia, cada uno de los soportes de fijación está provisto con un orificio de paso que corresponde a la sección transversal del soporte, a través del cual se inserta el soporte en cada caso existencialmente con ajuste exacto. Opcionalmente, el soporte está soldado con los soportes de fijación.

40 De manera más conveniente, las partes de los flancos están conectadas, respectivamente, en unión positiva o en unión del material – con preferencia insertadas o bien soldadas – con los soportes de fijación.

El soporte está formado con preferencia en la sección transversal redonda o esencialmente de forma triangular. En

el caso de una forma triangular, es un triángulo isósceles, en particular con cantos redondeados, de manera que el canto formado por los dos lados está dirigido en particular aproximadamente hacia la superficie de la hoja de la pala.

5 Con preferencia, el soporte está provisto en su superficie con una capa deslizamiento, en particular con una capa de politetrafluoretileno. De esta manera, en caso necesario, la tira de textura más interior se puede deslizar con relación al soporte.

10 La textura está configurada en una configuración ventajosa de la invención esencialmente unidireccional, de manera que presenta una dirección principal de las fibras, que está alienada esencialmente a lo largo de una dirección de la fuerza centrífuga condicionada por el funcionamiento. La hoja de la pala es de esta manera especialmente estable frente a las fuerzas de tracción que aparecen. Adicional o alternativamente, la textura está reforzada en la zona de la pata de la pala o bien en la zona del soporte por medio de un trenzado tridimensional de las fibras.

De manera más conveniente, la hoja de la pala está provista, al menos en la zona de su superficie de la pala, en su superficie con una capa resistente a la erosión, en particular de un compuesto de partículas o de una lámina metálica recubierta con una sustancia dura. Esta capa mejora de manera más ventajosa también la resistencia de la pala contra la penetración de agua.

15 Con respecto al rotor, el cometido mencionado anteriormente se soluciona de acuerdo con la invención a través de las características de la reivindicación 12. De acuerdo con ello, el rotor comprende un rotor, en el que está practicada al menos una ranura así como al menos una de las palas de acuerdo con la invención descritas anteriormente. La pala encaja con su pata de pala en posición fija en la ranura.

20 Debido al peso comparativamente reducido de las palas fabricadas esencialmente de plástico reforzado con fibras, cada una de las ranuras previstas en el rotor está realizada de manera más ventajosa comparativamente pequeña. Además, todo el rotor es especialmente ligero de manera más ventajosa. Evidentemente, la pata de la pala puede estar realizada también desproporcionalmente grande con relación a la hoja de la pala, cuando la pala de acuerdo con la invención debe sustituir en una turbo máquina solicitada en el funcionamiento a una pala fabricada puramente de metal o de acero noble.

25 Con preferencia la ranura y los soportes de fijación están adaptados entre sí de tal manera que los soportes de fijación se apoyan, respectivamente, en las superficies laterales de la ranura. En particular, los soportes de fijación rellenan esencialmente la sección transversal de la ranura en una forma de realización conveniente.

30 Con preferencia, tanto los soportes de fijación como también la ranura están configurados en la sección transversal esencialmente de forma trapezoidal ("ranura de cola de milano"). Otras formas de la sección transversal, por ejemplo una "forma de abeto" o formas semi-redondas, son también posibles para soportes de fijación y contornos de la sección transversal de la ranura.

En una configuración conveniente de la invención, los soportes de fijación de las palas están configurados de forma congruente entre sí, de manera que la ranura presenta un anchura y una forma unitaria sobre su longitud.

35 En una configuración preferida del rotor, éste comprende una pluralidad de ranuras alineadas, respectivamente, esencialmente axiales, distribuidas de una manera uniforme sobre la periferia, de manera que especialmente en cada ranura está insertada, respectivamente, una pala y está fijada en posición allí. En una alternativa a ello, en el rotor de turbina o de compresor está practicada una ranura circunferencial, de manera que una pluralidad de palas están alojadas yuxtapuestas en esta ranura, y están fijadas allí.

A continuación se explican en detalle dos ejemplos de realización de la invención con la ayuda de un dibujo. En éste:

40 La figura 1 muestra en una sección transversal una primera forma de realización de un rotor de turbina con una pala de turbina, que comprende una hoja de pala así como una pata de pala.

La figura 2 muestra en una representación esquemática despiezada ordenada la pata de la pala de acuerdo con la primera forma de realización, y

45 La figura 3 muestra en representación según la figura 2 la pata de la pala de acuerdo con una segunda forma de realización.

Las partes y tamaños correspondientes entre sí están provistos en todas las figuras ya con los mismos signos de referencia.

50 La figura 1 muestra en una representación en sección ligeramente esquemática un rotor de turbina 1. El rotor de turbina 1 comprende un rotor 2 de acero noble, en el que están practicadas una pluralidad de ranuras axiales 3 distribuidas de una manera uniforme sobre la periferia. En la figura 1 se representa solamente un fragmento del rotor 2 en la zona de una única ranura axial 3. En la primera forma de realización representada aquí, cada ranura axial 3

está realizada esencialmente, por decirlo así, como ranura de cola de milano.

En la ranura axial 3 está alojada una pala de turbina 4. La pala de turbina 4 comprende una hoja de pala 5 (aquí sólo se representa parcialmente), así como una pata de pala 6, que sirve para el anclaje de las palas de turbina 4 en la ranura axial 3.

- 5 La hoja de la pala 5 está fabricada de varias tiras 7 superpuestas de textura de CFK predominantemente unidireccional. Las tiras 7 están plegadas en este caso – con preferencia aproximadamente en el centro – de tal manera que en la zona del pliegue 8 que aparece durante el plegamiento se forma un lazo de retención 9. Más allá de este lazo de retención 9 en la parte superior de la representación) los extremos de la tira 10 están colocados superpuestos superficialmente, de manera que están “aglutinados” bajo la conformación de una superficie de pala 11 de la hoja de la pala 5. La superficie de la pala 11 se proyecta aproximadamente radial más allá de la ranura axial 3 del rotor 2.

Una dirección principal de las fibras de la textura de CFK está orientada aproximadamente a lo largo de la tira 7, de manera que cada fibra de carbono 12 de la textura de CFK está alineada esencialmente paralela a la superficie de la sección longitudinal de la hoja de la pala 5 (esencialmente también en cada caso bajo la formación de un lazo).

- 15 En su superficie exterior 13 – en el estado de fabricación representado aquí – la hoja de la pala 5 está recubierta con una capa de protección contra la erosión 14. De manera alternativa a ello, la capa de protección contra la erosión 14 solamente está prevista en la zona de la superficie de la pala 11.

- 20 La pata de la pala 6 comprende, por una parte, como soporte un núcleo metálico 20 alargado, que penetra para la suspensión de la hoja de la pala 5 en su lazo de retención 9. La estructura de la pata de la pala 6 se explica en detalle con la ayuda de una representación despiezada ordenada tridimensional de la misma con mayor exactitud en la figura 2. A partir de ella se deduce que el núcleo metálico 20 está formado por una barra redonda de acero noble. La superficie 21 de núcleo metálico 20 puede estar provista con una capa deslizante 22, por ejemplo de PTFE. En sus dos extremos 23, 24, el núcleo metálico 20 está conectado, respectivamente, con un soporte de fijación 25. Los dos soportes de fijación 25 están formados esencialmente por placas de acero de forma trapezoidal isósceles congruentes, que se pueden insertar de manera correspondiente con la ranura axial 3 en forma de cola de milano en ésta.

Cada soporte de fijación 25 presenta aproximadamente en su punto medio superficial un orificio de paso 26 de forma circular, en el que se proyectan los soportes de fijación 25 aproximadamente en ángulo recto con respecto al núcleo metálico 20 más allá de éste.

- 30 En los dos brazos 27 de cada soporte de fijación 25 está practicada, respectivamente, una escotadura marginal 28 en éste. Estas escotaduras 28 sirven para la fijación de dos partes de los flancos 30, con las que los dos soportes de fijación 25 están unidos en el estado montado, respectivamente, en los brazos 27.

- 35 Cada parte de los flancos 30 está formada esencialmente por una placa de acero alargada rectangular. Cada parte de los flancos 30 presenta sobre una superficie lateral 31 un ensanchamiento 32, que se extiende en cada caso sobre toda la longitud de la parte correspondiente de los flancos 30. Las extensiones 32 están configuradas en este caso, respectivamente, de forma complementaria a las escotaduras 28, de manera que las partes de los flancos 30 se pueden fijar en posición con los ensanchamientos 32 en las escotaduras 28.

- 40 Cada parte de los flancos 30 presenta, además, un borde 33 alargado ligeramente acodado. En este caso, cada parte de los flancos 30 está dimensionado de tal forma que la parte recta de la superficie lateral 31 presenta una anchura  $b$ , que corresponde aproximadamente a la longitud de los brazos  $L$  de los soportes de fijación 25. En el estado de montaje, las partes de los flancos 30 están colocadas, respectivamente, a ambos lados en dos brazos 27 de los dos soportes de fijación 25, con preferencia soldadas. En cada caso, con un borde lateral 34 puesto al borde 33 las partes de los flancos 30 están dispuestas aproximadamente enrasadas con el lado largo del trapecio 35, de manera que el borde acodado 33 se proyecta en cada caso en el lado corto del trapecio 36 más allá de los brazos 27.

A partir de la figura 1 se deduce que los bordes sobresalientes 33 sirven esencialmente para retener la hoja de la pala 5 en el estado de montaje en dirección tangencial.

- 50 Además, a partir de la figura se deduce que la anchura media  $B$  (figura 2) de cada uno de los soportes de fijación 25 está dimensionada correspondientemente grande, que ésta se proyecta en la zona del núcleo metálico 20 o bien del lazo de retención 9, esencialmente en ángulo recto a la superficie de la pala 14 a ambos lados más allá de la hoja de la pala 5, es decir, especialmente en cada caso también más allá de las tiras de la textura 7.

De esta manera, especialmente radial a la altura del núcleo metálico 20 o bien del bucle de retención 9, no existe ningún contacto entre las partes de los flancos 30 y las tiras de la textura de CFK 7. De esta manera no aparece en esta zona tampoco bajo la acción de una fuerza centrífuga  $F$  (que actúa radialmente al rotor) que aparece en el

funcionamiento del rotor de la turbina 1 ninguna carga de presión desfavorable para la textura de CFK.

En el funcionamiento, la hoja de la pala 5 está alineada, por lo tanto, a lo largo de la fuerza centrífuga  $F$ , con lo que la hoja de la pala 5 está casi exclusivamente bajo carga de tracción, frente a la que la textura de CFK es especialmente resistente, en particular también en virtud de la dirección principal favorable de las fibras.

- 5 En la forma de realización representada aquí, las dos partes de los flancos 30 están soldadas en la ranura axial 3 con el rotor 2.

- 10 En la figura 3 se muestra la pata de la pala 6 de acuerdo con una segunda forma de realización del rotor de la turbina 1 o bien de la pala de la turbina 4. La segunda forma de realización corresponde esencialmente a la primera forma de realización. A diferencia de ella, la pata de la pala 6 presenta aquí para la absorción más favorable de la carga un tercer soporte de fijación 25, que está dispuesto aproximadamente en el centro en la dirección longitudinal del núcleo metálico 20. Este soporte de fijación central 25 está constituido similar a los soportes de fijación extremos 25, de manera que el núcleo metálico 20 está insertado a través del orificio de paso 26.

- 15 La hoja de la pala 5 está formada aquí por tiras 7 de dos partes, En la zona del lazo de retención 9 las tiras 7 están dispuestas, respectivamente, en la dirección longitudinal el núcleo metálico 20 entre los soportes de fijación 25, de manera que sirven, adicionalmente a la suspensión de la hoja de la pala 5, también para la fijación axial del soporte de fijación central 25.

También es concebible una forma de realización con cuatro o más soportes de fijación 25.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Pala (4) para una turbina o un compresor, que comprende una hoja de pala (5) así como una pata de pala (6),  
- en la que la hoja de la pala (5) está fabricada esencialmente de una tira de textura (7) plegada de un plástico reforzado con fibras, en la que en la zona del pliegue (8) está formado un lazo de retención (9), y en la que a partir de los extremos de la tira (10) colocados superpuestos se forma una superficie de pala (11),  
5  
- en la que la pata de la pala (6) comprende un soporte alargado (20), así como al menos dos soportes de fijación (25) conectados, respectivamente, fijados en posición con éste para el anclaje de la pala (4) en una ranura (3) correspondiente de un rotor de turbina (1),  
- en la que la hoja de la pala (5) está suspendida por medio del lazo de retención (9) en el soporte (20),  
10  
caracterizada porque los soportes de fijación (25) individuales están conectados entre sí para la estabilización a través de al menos una parte de los flancos (30), y en la que esta parte está alineada esencialmente paralela al soporte (20).  
2.- Pala (4) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada uno de los soportes de fijación (25) se proyecta en la zona del soporte (20) al menos esencialmente transversal a la extensión longitudinal de la hoja de la pala (5) a ambos lados más allá de ésta.  
15  
3.- Pala (4) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, con al menos un tercer soporte de fijación (25) para el anclaje en una ranura (3) correspondiente, que está fijado en posición en el soporte (20) en la dirección longitudinal del soporte (20) a distancia de cada uno de los dos soportes de fijación (25) colocados en el lado extremo.  
4.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la parte de los flancos (30) está conectada en unión positiva o en unión del material con los soportes de fijación (25).  
20  
5.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, con dos partes de los flancos (30), que están colocadas, respectivamente, en los bordes laterales (27) de las dos zonas de los soportes de fijación (25) que se proyectan más allá de la hoja de la pala (5).  
6.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el soporte (20) está formado redondo en la sección transversal o esencialmente de forma triangular.  
25  
7.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el soporte (20) está fabricado de metal.  
8.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el soporte (20) está provista en su superficie (21) con una capa deslizante (22).  
9.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la textura (7) está configurada esencialmente unidireccional, y en la que la dirección principal de las fibras de la textura está alineada en la mayor medida posible a lo largo de una dirección de la fuerza centrífuga condicionada por el funcionamiento.  
30  
10.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones a 1 a 9, en la que la hoja de la pala (5) está provista al menos parcialmente en su superficie (13) con una capa resistente a la erosión (14).  
11.- Pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el plástico reforzado con fibras está configurado como plástico reforzado con fibras de carbono (CFK).  
35  
12.- Rotor (1) con un rotor (2), en el que está practicada al menos una ranura (3), así como con al menos una pala (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la pata (6) de la pala (4) está insertada en la ranura (3), y en el que ésta está fijada en posición en la ranura (3), conectada con el rotor (2).  
13.- Rotor (1) de acuerdo con la reivindicación 12, en la que los soportes de fijación (25) y/o las partes de los flancos (30) se apoyan en las superficies laterales de la ranura (3).  
40  
14.- Rotor (1) de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, en el que los soportes de fijación (25) rellenan esencialmente la sección transversal de la ranura.  
15.- Rotor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, en el que tanto la ranura (3) como también los soportes de fijación (25) están configurados esencialmente de forma trapezoidal.

FIG 1

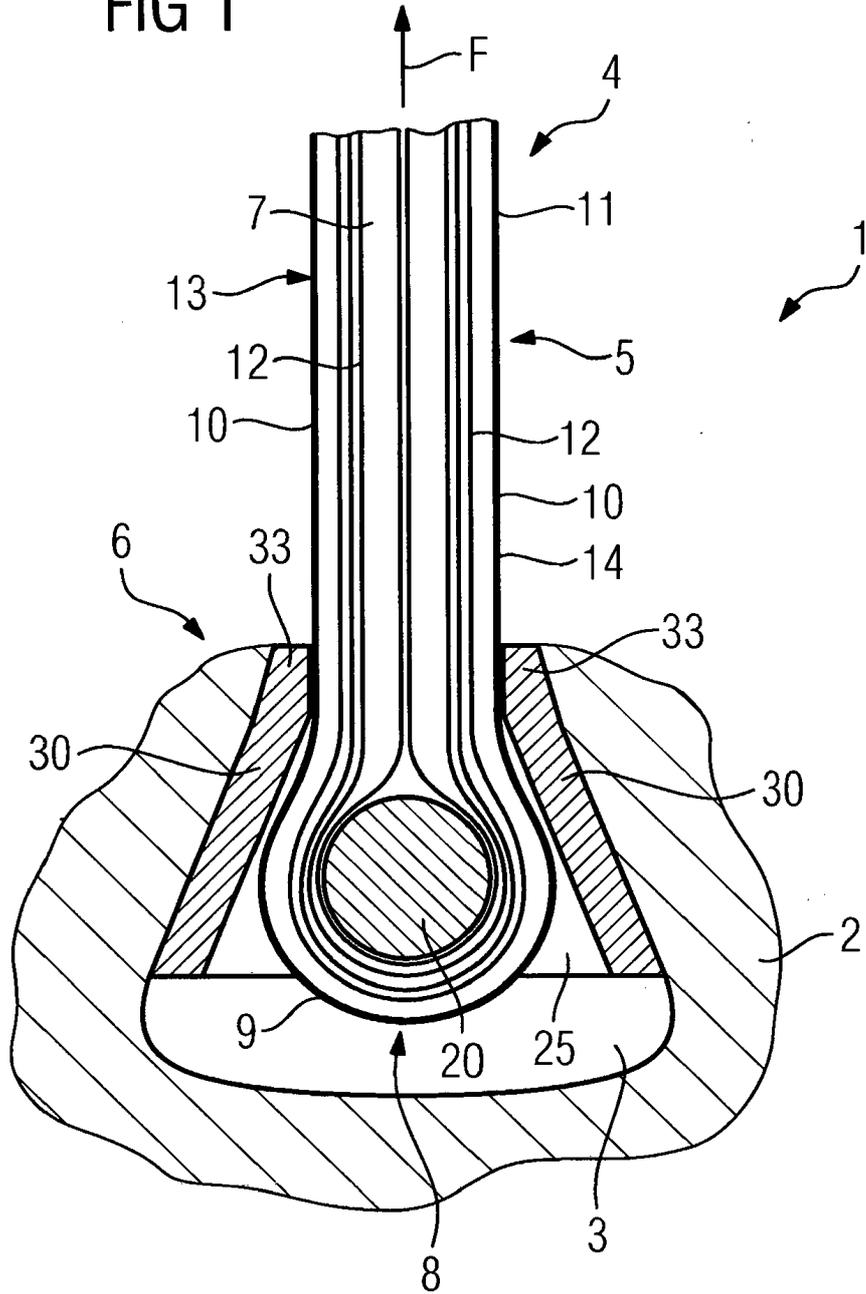


FIG 2

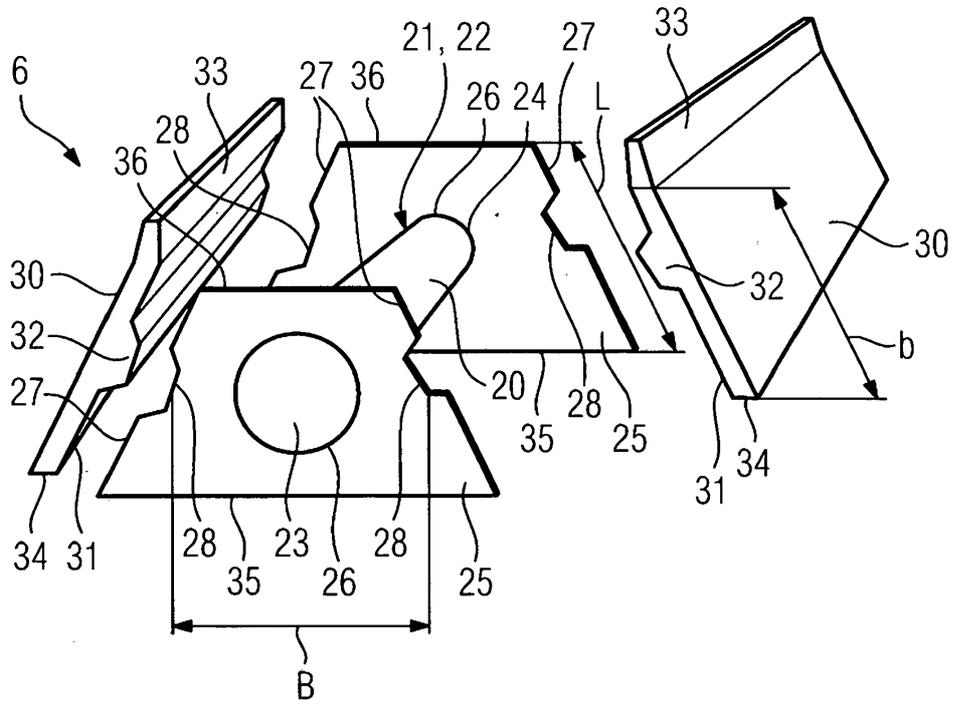


FIG 3

